

# Pemilihan Excavator Kelas 50 Ton untuk Usaha Pertambangan Sirtu Galian C Melalui Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Dany Irawan, Fuad Achmadi  
Magister Manajemen Teknologi, Program Pascasarjana  
Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya  
e-mail: danyirawan81@yahoo.com

*Abstract: The selection process of excavator in mine workings of sand & gravel mine type C is one of important process, because in this process, mining industrialist wants an exact and suitable investment with necessary with applying the method and appropriate criteria. The enterprise hope can get the good profit with appropriate method in Excavator selection. The problem of this research is the plan of enterprise for add the capacity of production with buy the excavator 50 ton class as the main loading equipment 20 ton class, so need the study for measure the criteria in selection of excavator. The aim of this research is for help the company for having the appropriate take system and be able to use for the company in investment selection and make more easier to find out the most optimal aspect between the aspects in decision of excavator selection. The method that used as the analysis tool in this study is using AHP (analytical hierarchy process) method with using the comparing of criteria that fixed. From the result of the analysis and alternative decision of excavator about multi attribute, the first position is K excavator (34,4%), the second position is C excavator (33,4%), and the last position is D excavator (32,2%).*

*Keywords: excavator, sand & gravel mining, AHP (analytical hierarchy process)*

## PENDAHULUAN

Pertambangan pasir batu (*sand & gravel*) atau yang lebih biasa disebut sirtu adalah salah satu jenis pertambangan yang masuk dalam golongan C banyak dan tersebar di wilayah provinsi Jawa Timur. Peluang usaha pertambangan sirtu di wilayah provinsi Jawa Timur berkembang pesat dalam 10 tahun terakhir. Hal ini selaras dengan berkembangnya pembangunan di provinsi ini yang meliputi pembangunan perumahan dan permukiman, infrastruktur jalan dan jembatan, pembangunan kantor, sarana pergudangan, serta berbagai macam infrastruktur lainnya sehingga kebutuhan akan komoditi sirtu meningkat dan bisnis di bidang ini mempunyai prospek yang cukup menjanjikan.

PT XYZ adalah perusahaan swasta yang bergerak di bidang pertambangan sirtu golongan C yang berdiri sejak tahun 1984 di Surabaya.

PT XYZ memiliki konsesi lahan dan izin usaha pertambangan sirtu yang terletak di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur seluas 315,71 hektar. Sejak tahun 2011 dimulailah kegiatan pertambangan sirtu di daerah Pasuruan tersebut. Prospek dari usaha pertambangan sirtu yang terlihat bagus membuat perusahaan mengembangkan usahanya dengan menambah kapasitas produksi sirtu. Dalam 4 tahun terakhir, permintaan terhadap komoditi sirtu pada PT XYZ selalu meningkat, bahkan dalam 2 tahun terakhir volume produksi dan permintaan pasar tidak seimbang, yaitu lebih banyak permintaan dibanding dengan produksi sehingga PT XYZ banyak kehilangan pembeli dan potensi calon pembeli yang berpindah ke tempat lain. Apabila hal tersebut dibiarkan akan menimbulkan potensi kehilangan yang lebih besar dan kemungkinan kehilangan pelanggan yang akan membeli

di tempat lain juga cukup besar. Pasar dari komoditi sirtu dalam 2 tahun terakhir lebih banyak digunakan dalam bidang properti, persiapan lahan untuk pembangunan infrastruktur dan jalan. PT XYZ berada di daerah kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan, yang terletak di lereng gunung Penanggungan adalah salah satu dari perusahaan yang sudah memiliki izin kuasa pertambangan (IUP) dan sudah mengantongi sertifikat *Clear and Clean* (CNC) dari Dirjen Pertambangan sehingga aman secara legalitas. Selain itu, secara geografis kawasan kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan tersebut memiliki letak yang sangat strategis, yaitu dekat dengan akses jalan tol yang menuju ke kota-kota besar dan berkembang seperti Surabaya, Sidoarjo, Gresik, Mojokerto, dan Pasuruan sehingga memudahkan transportasinya. Untuk mendapatkan produksi seperti yang diharapkan dan memberikan pelayanan demi kepuasan pelanggan maka peningkatan performance dari unit excavator sangat di perlukan. Dengan rata-rata umur unit yang sudah mencapai 14.000 jam kerja maka perlu dilakukan peremajaan unit alat berat terutama excavator. Di tahun 2015 produksi sirtu PT XYZ mencapai 2.728.047 bcm dan di tahun 2016 perusahaan mempunyai target meningkatkan kapasitas produksi sampai dengan 5.000.000 bcm, hal ini dilakukan dengan melihat potensi market yang ada dan untuk bisa menyerap permintaan terhadap komoditi sirtu dan juga untuk mempertahankan pelanggan atau customer yang sudah ada selama ini tidak berpindah ke tempat lain. Untuk menambah kapasitas produksi dan meningkatkan pelayanan kepada pelanggan, PT XYZ berencana melakukan investasi berupa penggantian alat berat *excavator* dari sebelumnya kelas 20 ton menjadi *excavator* baru kelas 50 ton agar mendapatkan hasil volume produksi dan performance yang diharapkan. Dengan adanya rencana penggantian

unit tersebut, untuk unit kelas 20 ton sendiri apabila sudah tidak terpakai kemungkinan besar akan dijual. Izin kuasa pertambangan (IUP) berlaku 10 tahun dari sejak di terbitkan pada tahun 2011. Dengan rencana cadangan sirtu sekitar 75 juta bcm, dan dalam 5 tahun terakhir baru sekitar 15 juta bcm atau sekitar 20% yang terambil dari total cadangan sirtu, maka dengan adanya batasan waktu tersebut sehingga penting bagi perusahaan untuk lebih mengoptimalkan produksi. Salah satu cara untuk mengoptimalkan produksi adalah menambah kapasitas produksi dengan melakukan pergantian *excavator* dari kelas 20 ton menjadi 50 ton.

Rencana penggantian alat berat ini mengandung risiko, salah satunya adalah munculnya biaya investasi dan operasional yang lebih tinggi. Biaya investasi peralatan pertambangan merupakan biaya yang mempunyai persentase cukup besar dari seluruh biaya operasional pertambangan. Alat yang diperlukan adalah alat loading, yaitu alat penggaruk sirtu dan menaikkan ke dalam truck atau yang sering disebut *excavator*. Alat ini sangat vital dalam bisnis ini, karena sangat menentukan kecepatan dan produktivitas pertambangan, sehingga pemilihan unit yang sesuai baik dari sisi teknis seperti ketahanan, kualitas produk, *cycle time*, pemakaian *fuel* dan dari sisi nilai investasi sangat memengaruhi proses pertambangan dan hasilnya. PT XYZ yang merupakan perusahaan perseorangan, selama ini dalam berinvestasi seperti memilih jenis dan merek alat berat lebih banyak mengandalkan insting dan pilihan dari direktur utama, bukan berdasarkan hasil diskusi dari berbagai pihak yang berkepentingan sehingga lebih bersifat subjektif. Hal ini berpotensi menimbulkan masalah di kemudian hari karena yang sudah diputuskan untuk dipilih kadang tidak sesuai dengan kebutuhan atau spesifikasi.

Dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana memilih *excavator* agar investasi yang ditanamkan dapat berjalan tepat. Di dalam menentukan *excavator* diperlukan suatu metode yang dapat membantu perusahaan dalam menganalisis dan mengevaluasi semua alternatif dari *excavator* yang akan dipilih. Untuk mempermudah mencari titik optimal antara aspek-aspek yang terkandung pada keputusan pada pemilihan unit *excavator* sesuai dengan bobot prioritas yang ada, maka proses pemilihan lebih tepat menggunakan pendekatan *analytical hierarchy process* (AHP). Pemilihan menggunakan metode AHP ini dalam menentukan *excavator* di PT XYZ adalah karena metode AHP ini mudah dilakukan oleh perusahaan yang sedang berkembang. Kurangnya data kuantitatif yang mendukung proses pemilihan investasi di PT XYZ ini menjadi pertimbangan dalam memilih metode AHP tersebut karena metode ini lebih menonjolkan data kualitatif dengan melihat pendapat dan sintesis dari berbagai sudut pandang responden yang berkompeten. Seperti di jelaskan sebelumnya bahwa PT XYZ belum memiliki pengalaman untuk melakukan investasi dan juga dalam operasional *excavator* kelas 50 ton sehingga data-data kuantitatif tidak lengkap. Selain itu, pertimbangan dalam melakukan investasi alat berat khususnya *excavator* PT XYZ melihat dari berbagai sisi dan sudut pandang, yaitu dari sisi biaya investasi, sisi operasional di lapangan serta perawatan dan pemeliharaan unit itu sendiri juga menjadi pertimbangan yang diambil. Untuk unit *excavator*, setiap pabrikan hanya mengeluarkan 1 jenis produk di masing-masing kelas, yang berubah hanya seri keluarannya dari tahun ke tahun sehingga pemilihan *excavator* 50 ton tidak banyak pilihan dan harus dilakukan dengan cermat.

## KERANGKA TEORETIS

### Definisi Pertambangan

Pertambangan adalah kegiatan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam tambang (bahan galian) yang terdapat dalam bumi (Salim, 2009). Industri pertambangan adalah suatu industri di mana bahan galian mineral diproses dan dipisahkan dari material pengikat yang tidak diperlukan. Dalam industri mineral, proses untuk mendapatkan mineral-mineral yang ekonomis biasanya menggunakan metode ekstraksi, yaitu proses pemisahan mineral-mineral dari batuan terhadap mineral pengikat yang tidak diperlukan. Mineral-mineral yang tidak diperlukan akan menjadi limbah industri pertambangan dan mempunyai kontribusi yang cukup signifikan pada pencemaran dan degradasi lingkungan. Industri pertambangan sebagai industri hulu yang menghasilkan sumber daya mineral dan merupakan sumber bahan baku bagi industri hilir yang diperlukan oleh umat manusia di seluruh dunia (Salim, 2009). Sementara sumber daya mineral itu sendiri dapat diartikan sebagai sumber daya yang diperoleh dari hasil ekstraksi batuan-batuan yang ada di bumi.

### Pengelolaan Alat Gali Pertambangan

Untuk melakukan pertambangan diperlukan alat-alat yang sesuai dan tepat untuk berbagai macam batuan. Pemilihan alat-alat yang akan dipakai tergantung dari faktor-faktor teknik (misalnya jenis dan lokasi batuan) dan ekonomis (misalnya, harga alat, biaya pembongkaran per satuan volume, serta biaya pemeliharaan alat). Hal ini sangat penting, karena kesalahan dalam memilih alat terutama jenis dan kemampuannya dapat mengakibatkan kesalahan-kesalahan lain dan bahkan kerugian materi yang tidak sedikit.

*Excavator* atau sering disebut dengan *backhoe* termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bucket yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya traktor dengan roda ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *backhoe* menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada. Pengoperasian *backhoe* umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. *Backhoe* beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. *Backhoe* digunakan pada pekerjaan penggalian di bawah permukaan serta untuk penggalian material keras. Dengan menggunakan *backhoe* maka akan didapatkan hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket *backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.

### Pengambilan Keputusan

Dalam kehidupan sehari-hari pengambilan keputusan sering menggunakan intuisi, padahal kita mengetahui bahwa dengan intuisi banyak sekali kekurangan sehingga dikembangkan sistematis baru yang disebut dengan analisis keputusan. Ada tiga aspek yang memiliki peranan dalam analisis keputusan yaitu, kecerdasan, persepsi, dan falsafah. Dari informasi awal yang dikumpulkan, dilakukan pendefinisian dan penghubungan variabel-variabel yang memengaruhi keputusan pada tahap deterministik. Setelah itu, dilakukan penetapan nilai untuk mengukur tingkat kepentingan variabel-variabel tersebut tanpa memperhatikan unsur ketidakpastian. Pada tahap probalistik, dilakukan penetapan nilai ketidakpastian secara kuantitatif yang meliputi variabel-variabel yang sangat berpengaruh. Setelah didapatkan nilai-nilai variabel, selanjutnya diba-

kukan peninjauan terhadap nilai-nilai tersebut pada tahap informasional untuk menentukan nilai ekonomisnya pada variabel-variabel yang cukup berpengaruh sehingga didapatkan suatu keputusan.

### Pengambilan Keputusan dengan Multiple Attribute Decision Making (MADM)

Pada umumnya, problem yang timbul dari *multiple attribute decision making* (MADM) yaitu membandingkan sebuah bilangan terbatas dari beberapa rencana alternatif dan beberapa performa atribut (Sen, 1998) Gambar 2.3 memperlihatkan permasalahan MADM dengan  $n$  alternatif ( $a_i, i = 1, \dots, n$ ) dan  $k$  atribut ( $y_j, j = 1, \dots, k$ ).

Untuk setiap pasang alternatif ( $a_i, a_1, i=1, \dots, n$ ;  $i=1$ ) dibandingkan dengan setiap atribut ( $y_j, j=1, \dots, k$ ). jika  $a_i$  mewakili tingkat kepentingan  $a_i$  dari  $a_1$  dibandingkan dengan atribut  $y_j$  dapat dirumuskan seperti pada persamaan di bawah ini. Permasalahan MADM diwakili oleh  $k$  matriks perbandingan berpasangan untuk  $k$  atribut.

Di mana:  $m_{1h} = 1/m_{h1}$  untuk semua  $1, h = 1, \dots, n$ ; berupa perbandingan simetri. Gambar 2.5 memperlihatkan permasalahan hierarki MADM yang lebih umum dengan struktur atribut banyak lapisan, banyak pengambilan keputusan dan perbandingan berpasangan yang tidak lengkap yang mengimplikasikan bahwa tidak semua dari tingkat beberapa atribut paling bawah (atau beberapa alternatif) berhubungan dengan beberapa atribut yang berada di atasnya.

### Metode Delphi

Metode Delphi adalah suatu metode di mana dalam proses pengambilan keputusan melibatkan beberapa pakar. Adapun para pakar

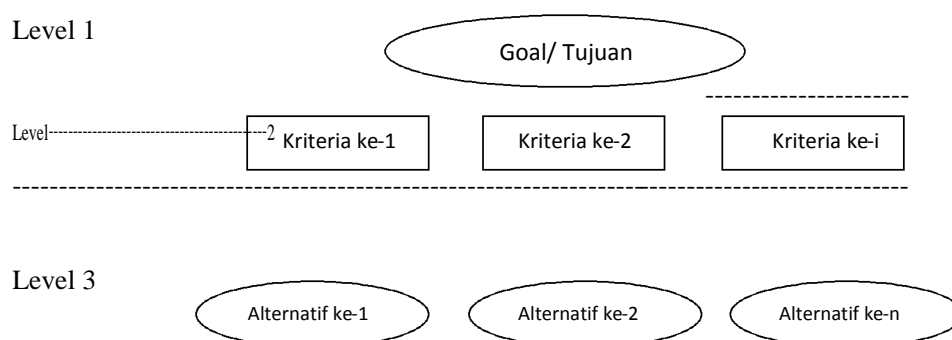
tersebut tidak dipertemukan secara langsung (tatap muka), dan identitas dari masing-masing pakar disembunyikan sehingga setiap pakar tidak mengetahui identitas pakar yang lain. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya dominasi pakar lain dan dapat meminimalkan pendapat yang bias.

### Proses Hierarki Analitik (Analytical Hierarchy Process-AHP)

Dalam proses penilaian *excavator* di PT XYZ maka metode yang dapat digunakan dalam menerapkan alternative berdasarkan beberapa kriteria yang ada adalah metode AHP (*analytical hierarchy process*). Pada penilaian *excavator* maka proses yang bisa diringkas sebagai berikut.

1. Menentukan kriteria-kriteria pemilihan
2. Menentukan bobot masing-masing kriteria
3. Mengidentifikasi alternatif yang telah diidentifikasi
4. Mengevaluasi masing-masing alternatif dengan kriteria-kriteria yang ditentukan pada langkah pertama
5. Menilai bobot masing-masing kriteria
6. Mengurutkan kriteria berdasar tingkat bobot

Proses hierarki analitik (*analytical hierarchy process*) dikembangkan oleh Dr. Thomas L. Saaty dari Wharton School of Business pada tahun 1970. AHP digunakan untuk mengorganisasikan informasi dan penilaian dalam memilih alternatif yang paling disukai. Dengan menggunakan AHP suatu persoalan yang akan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisasi dapat diekspresikan sehingga memungkinkan untuk mengambil keputusan yang efektif atas persoalan tersebut. Persoalan yang kompleks dapat disederhanakan dan dipercepat proses pengambilan keputusannya. Prinsip kerja AHP adalah menyederhanakan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur menjadi unsur-unsurnya serta menata dalam hierarki (Marimin, 2004). Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik tentang arti penting variabel tersebut secara efektif dibandingkan dengan variabel yang lain. Dari berbagai pertimbangan tersebut kemudian dilakukan sintesis untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas tertinggi dan berperan untuk memengaruhi hasil pada system tersebut. Secara grafis, persoalan keputusan AHP dapat dikonstruksikan sebagai diagram bertingkat yang dimulai dengan



Gambar 1 Penyusunan Hierarki AHP

Level 1: Goal/Tujuan  
Level 2: Atribut  
Level 3: Alternatif-alternatif

goal/tujuan, atribut, sub-atribut dan yang terakhir alternatif. Melalui AHP memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu faktor atribut, sub-atribut, maupun alternatif berdasarkan persepsi pengguna terhadap faktor atribut, sub-tribut maupun alternatif lainnya dengan cara melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Dengan cara yang konsisten perbandingan berpasangan tersebut diubah menjadi suatu himpunan bilangan yang mempresentasikan prioritas relatif dari setiap atribut, sub-atribut, dan alternatif. Bila terjadi penyimpangan yang terlalu jauh dari konsistensi maka penilaian tersebut perlu diperbaiki atau hierarki harus disusun ulang.

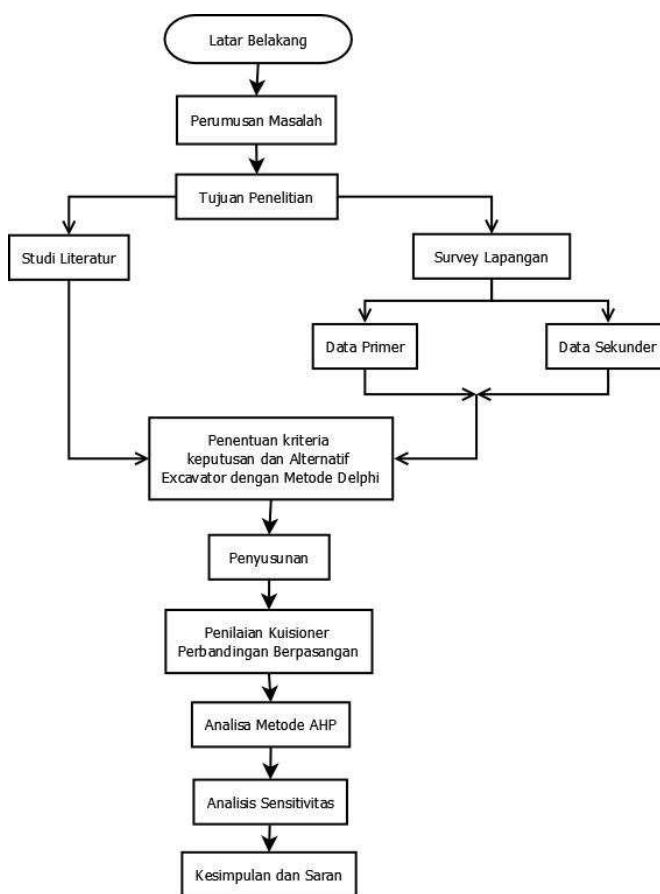
## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara menyusun model pengambilan keputusan untuk memilih merek *excavator* kelas 50 ton sebagai alat *loading* pada proses pertambangan. Untuk menyelesaikan persoalan pengambilan keputusan dalam kasus ini melibatkan pendekatan secara kuantitatif maka dalam menganalisisnya menggunakan *metode delphi* dan *analytical hierarchy process* (AHP).

### Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian dilakukan pada lokasi pertambangan PT XZY di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. Data penelitian merupakan informasi yang berupa data kasar (mentah) yang masih memerlukan pengolahan sehingga menghasilkan keterangan, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta (Riduwan, 2004). Data yang



Gambar 2 Bagan Alir Tahapan Rancangan Penelitian

akan dianalisis pada penelitian ini yaitu berupa data primer maupun data sekunder.

### Kuesioner

Instrumen yang digunakan pada penelitian berupa kuesioner yang penyebarannya dilakukan dengan cara menyampaikan langsung kepada responden. Responden adalah orang-orang yang berkompeten dalam bidangnya, antara lain: Wakil Direktur Utama, Direktur Business & Development, Direktur Finance & Support, Kepala Divisi Finance, Kepala Divisi Asset, Kepala Divisi Operation, Kepala Department Plant Operation dan Kepala Department Supply Chain. Kuesioner yang disebar ada dua jenis, yaitu: kuesioner untuk menentukan multi atribut dan kuesioner penilaian perbandingan berpasangan.



## Proses Menggunakan Metode AHP

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai alur Metode AHP.

1. Penyusunan model hierarki keputusan  
 Model hierarki keputusan yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari empat tingkat. Pada tingkat pertama merupakan representasi dari tujuan utama, yaitu memilih *excavator* kelas 50 ton. Tingkat kedua merupakan serangkaian atribut yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Tingkat ketiga berisikan sub-atribut, dan tingkat keempat merupakan alternatif pilihan yaitu berbagai *excavator* kelas 50 ton.
2. Penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan  
 Penyusunan kuesioner perbandingan berpasangan disusun berdasarkan elemen-elemen yang ada dalam model hierarki keputusan. Sesuai dengan hierarki yang dikembangkan dalam penelitian ini, maka kuesioner matriks perbandingan berpasangan terdiri dari:
  - a. Kuesioner matriks perbandingan berpasangan antar-atribut terhadap tujuan
  - b. Kuesioner matriks perbandingan berpasangan antar-sub-atribut terhadap atribut
  - c. Kuesioner matriks perbandingan berpasangan antar-alternatif terhadap sub-atribut.

### Pengambilan Nilai Kuesioner Perbandingan Berpasangan

Pengambilan nilai kuesioner perbandingan berpasangan pada atribut dalam penelitian ini melibatkan wakil direktur utama, sedangkan untuk sub-atribut dari atribut maintenance & repair dan atribut biaya melibatkan direktur finance & support, yang atribut operasional melibatkan direktur business & development.

### RESPONDEN IDENTIFIKASI MULTI ATRIBUT

1.	Kepala Departement Supply Chain	Responden Metode Delphi
2.	Kepala Departement Plant Operation	
3.	Kepala Divisi Asset	
4.	Kepala Divisi Operation	
5.	Kepala Divisi Finance	
1.	Wakil Direktur Utama	Responden Perbandingan Berpasangan
2.	Direktur Finance & Support	
3.	Direktur Bussines & Development	

### Penyusunan Matriks Nilai Responden

Hasil penilaian kuesioner perbandingan berpasangan disusun dalam suatu matriks perbandingan berpasangan, sehingga didapatkan matriks nilai responden.

### Normalisasi Matriks Nilai Responden

Masing-masing nilai responden dalam setiap tingkat hierarki dinormalisasi dengan cara sebagai berikut.

- a. Menjumlahkan nilai-nilai setiap kolom dalam matriks.
- b. Membagi setiap entri dalam setiap kolom dengan jumlah pada kolom tersebut.

### Uji Konsistensi

Pada analisis metode AHP dilakukan uji konsistensi penilaian, adapun langkah-langkah uji konsistensi adalah sebagai berikut.

- a. Menghitung nilai eigen
- b. Menghitung indeks konsistensi
- c. Menghitung rasio konsistensi

Bila nilai indeks konsistensi (CI) dan atau rasio konsistensi (CR) lebih besar dari 0,1 maka pertimbangan tersebut mungkin acak sehingga perbandingan berpasangan perlu diperbaiki/diulang.

### Pengambilan Keputusan

Hasil analisis metode AHP dijadikan dasar oleh pengambil keputusan dalam menentukan *excavator* kelas 50 ton yang sesuai untuk pertambangan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan alternatif *excavator* yang akan dipilih berdasarkan beberapa kondisi dan aspek yaitu kondisi perusahaan, baik secara finansial, operasional dan ke-siapan perawatan, kondisi medan dan material, serta pengalaman terdahulu dan masukan dari pihak luar maka ada tiga alternatif yaitu *excavator* kelas 50 Ton yaitu C, K, dan D.

O	Atribut dan Sub-Atribut	R1	R2	R3	R4	R5
1.	<b>Biaya</b>					
1a.	Kemudahan Cara Pembelian	√	√	√	√	√
1b.	Harga Beli	√	√	√	√	√
2.	<b>Maintenance &amp; Repair</b>					
2a.	Kemudahan Spare Part	√	√	√	√	√
2b.	Layanan Purna-Jual	√	√	√	√	√
2c.	Keandalan	√	√	√	√	√
2d.	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	√	√	√	√	√
2e.	Harga Jual Kembali	√	√	√	√	√
3.	<b>Operasional</b>					
3a.	Daya	√	√	√	√	√
3b.	Fuel Consumption	√	√	√	√	√
3c.	Productivity	√	√	√	√	√
3d.	Kemudahan Pengoperasian	√	√	√	√	√
3e.	Keamanan dan Kenyamanan	√	√	√	√	√
	Nilai	100%	100%	100%	100%	100%

### Penentuan Bobot Normal (Relatif) Multi-Atribut

*Analytical hierarchy process* (AHP) merupakan metode dalam mengambil keputusan, pada kasus ini keputusan yang harus diambil yaitu menentukan *excavator* yang mana paling sesuai untuk pertambangan. Berdasarkan tahapan yang harus dilakukan pada metode AHP maka perlu dilakukan pembobotan terlebih dahulu pada atribut maupun sub-attribut yang telah ditetapkan. Nilai pembobotan tersebut merupakan hasil dari analisis pemberian nilai bobot pada masing-masing atribut maupun sub-attribut melalui ma-

triks perbandingan berpasangan. Adapun hasil pembobotan dari masing-masing atribut maupun sub-attribut berdasarkan pertimbangan pengambil keputusan sebagai berikut.

### Perbandingan Berpasangan antar-Atribut

Pada perbandingan berpasangan antar-atribut pertimbangan pemberian skala penilaian dilakukan oleh Wakil Direktur Utama “PT XYZ” dengan hasil sebagai berikut.

#### Matriks Penilaian Perbandingan Antar-Atribut

No.	Kode	Skala Penilaian									Kode	
		9	8	7	6	5	4	3	2	1		
1	BY									√		MR
2	BY								√			OP
3	MR							√				OP

Keterangan kode atribut:

BY = Biaya

MR = *Maintenance & Repair*

OP = Operasional

#### Matriks Perbandingan Berpasangan Antar-Atribut

Atribut	BY	OP	MR
BY	1	0,5	0,33
OP	2	1	1
MR	3	1	1
Σ=	6	2,5	2,33

#### Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar-Atribut

Atribut	BY	OP	MR	Jumlah	Bobot Normal
BY	0,17	0,20	0,14	0,51	0,17
OP	0,33	0,40	0,43	1,16	0,39
MR	0,50	0,40	0,43	1,33	0,44
	Σ=	3,00	1,00		

Sesuai hasil perhitungan nilai bobot normal atribut dan pengecekan nilai konsistensinya di atas, maka didapat:

No.	Atribut	Bobot
1	Biaya	0,17
2	<i>Maintenance &amp; Repair</i>	0,44
3	Operasional	0,39



### Perbandingan Berpasangan antar-Sub-Atribut terhadap Atribut

Dalam kasus ini perbandingan berpasangan antar-sub-atribut terhadap atribut terdapat pada atribut biaya, *maintenance & repair*, dan operasional. Hasil kuesioner sub-atribut pada atribut biaya dan *maintenance & repair* yang penentuan skala penilaiannya dilakukan oleh Direktur Finance & Support “PT XYZ”, dan setelah dihitung maka didapatkan bobot sub-atribut dari atribut biaya dan *maintenance & repair* adalah sebagai berikut.

#### Bobot Sub-Atribut dari Atribut Biaya

No.	Sub-Atribut	Bobot
1	Kemudahan Cara Pembelian	0,5
2	Harga Beli	0,5

#### Bobot Sub-Atribut dari Atribut *Maintenance & Repair*

No.	Sub-Atribut	Bobot
1	Kemudahan Spare Part	0,22
2	Layanan Purna-Jual	0,22
3	Kemudahan Service, Repair & Modifikasi	0,22
4	Keandalan	0,27
5	Harga Jual Kembali	0,06

Untuk selanjutnya yaitu penentuan nilai bobot sub-atribut dari atribut operasional yang skala penilaiannya dilakukan oleh Direktur Business & Development dan dengan prosedur perhitungan untuk mendapatkan masing-masing nilai bobot normalnya (relatif) masih sama dengan prosedur perhitungan nilai bobot atribut terhadap tujuan di atas maka untuk hasil akhir perhitungan bobot sub-atribut dari atribut operasional didapat sebagai berikut.

#### Bobot Sub-Atribut dari Atribut Operasional

No.	Sub-Atribut	Bobot
1	Kemudahan Pengoperasian	0,08
2	Daya	0,13
3	Productivity	0,38
4	Fuel Consumption	0,36
5	Keamanan dan Kenyamanan	0,05

### Perbandingan Berpasangan antar-Alternatif terhadap Sub-Atribut

Untuk mendapatkan nilai bobot perbandingan antar-alternatif terhadap sub-alternatif, maka dalam menyelesaikannya dibagi tiga sesuai jumlah atribut sebagai berikut.

- 1) Perbandingan antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut biaya dan *maintenance & repair*

Berdasarkan hasil kuesioner dilakukan perbandingan antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut biaya dan atribut *maintenance & repair* yang dalam penilaiannya oleh Direktur Finance & Support. Melalui prosedur yang sama seperti di atas maka dari beberapa hasil kuesioner perbandingan berpasangan antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut biaya dan *maintenance & repair* dapat disusun nilai bobot normal (relatif) antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut biaya dan *maintenance & repair* sebagai berikut.

#### Nilai Bobot Alternatif Terhadap Sub-atribut dari Atribut Biaya dan *Maintenance & Repair*

Atribut	Sub-Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
		K	C	D
Biaya	KCP	0,60	0,20	0,20
	HBC	0,18	0,11	0,70
<i>Maintenance &amp; Repair</i>	KSP	0,54	0,35	0,11
	LPJ	0,47	0,47	0,07
	SRM	0,43	0,43	0,14
	KHD	0,45	0,45	0,09
	HJK	0,47	0,47	0,07

Keterangan kode sub-atribut:

HBC : Harga beli  
 KCP : Kemudahan cara pembelian  
 KSP : Kemudahan spare part  
 LPJ : Layanan purna-jual  
 SRM : Kemudahan service & repair

KHD : Keandalan  
 HJK : Harga Jual Kembali  
 K : *Excavator* K  
 D : *Excavator* D  
 C : *Excavator* C

2) Perbandingan antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut operasional

Pada kuesioner perbandingan antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut operasional yang penilaiannya dilakukan oleh Direktur Business & Development. Dengan prosedur yang sama seperti di atas maka dari hasil kuesioner perbandingan berpasangan antar-alternatif terhadap sub-atribut operasional, dapat disusun nilai bobot normal (relatif) antar-alternatif terhadap sub-atribut dari atribut operasional sebagai berikut.

Nilai Bobot Alternatif terhadap Sub-Atribut dari Atribut Operasional

Atribut	Sub-Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
		K	C	D
Operasional	KPO	0,30	0,33	0,37
	DYA	0,26	0,63	0,11
	PRO	0,14	0,29	0,57
	FCO	0,15	0,21	0,64
	KDK	0,33	0,33	0,33

Keterangan kode sub-atribut:

KPO : Kemudahan Pengoperasian  
 DYA : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel Consumption

KDK : Keamanan dan Kenyamanan  
 K : *Excavator* K  
 D : *Excavator* D  
 C : *Excavator* C

Penentuan Nilai Bobot Absolut Multi-Atribut

Bobot absolut sub-atribut terhadap atribut didapatkan dengan cara mengalikan bobot relatif atribut dengan bobot relatif sub-atribut sebagai contoh: Bobot absolut sub-atribut harga beli (HBC) = 0,170 X 0,500 = 0,085. Bobot absolut sub-atribut kemudahan spare part (KSP) = 0,443 X 0,222 = 0,098 dan seterusnya.

Bobot Relatif Multi-Atribut

Atribut	Bobot	Sub Atribut	Bobot Relatif Sub-Atribut	Bobot Relatif Alternatif		
				K	C	D
BY	0,170	KCP	0,500	0,60	0,20	0,20
		HBC	0,500	0,18	0,11	0,70
		KSP	0,222	0,54	0,35	0,11
		LPJ	0,222	0,47	0,47	0,07
		SRM	0,222	0,43	0,43	0,14
MR	0,443	KHD	0,269	0,45	0,45	0,09
		HJK	0,065	0,47	0,47	0,07
		KPO	0,080	0,30	0,33	0,37
		DYA	0,133	0,26	0,63	0,11
		PRO	0,375	0,14	0,29	0,57
OP	0,387	FCO	0,358	0,15	0,21	0,64
		KDK	0,053	0,33	0,33	0,33

Keterangan kode sub-atribut

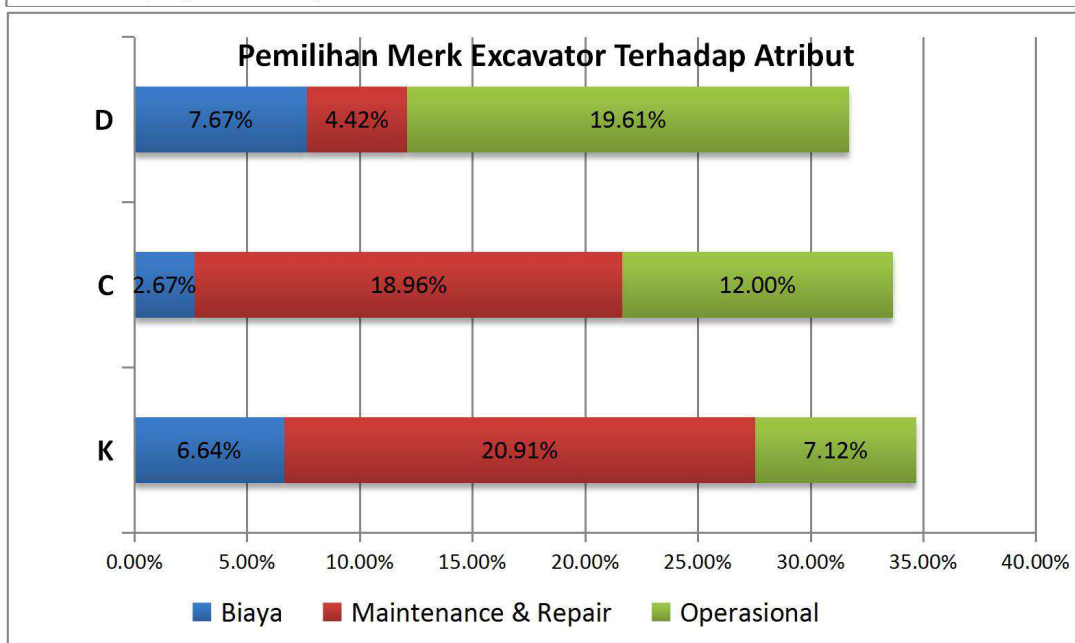
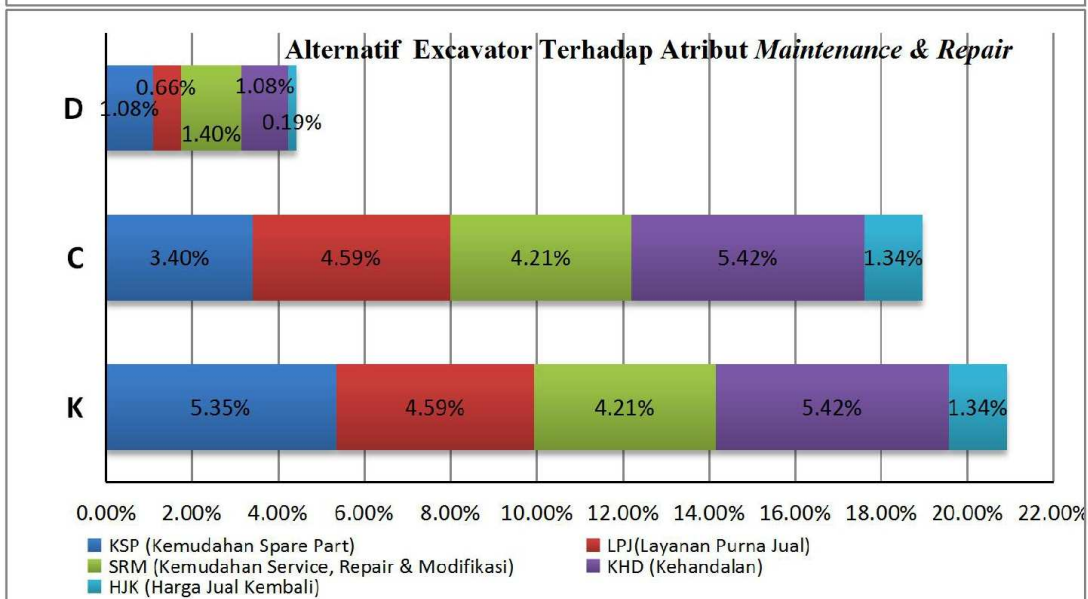
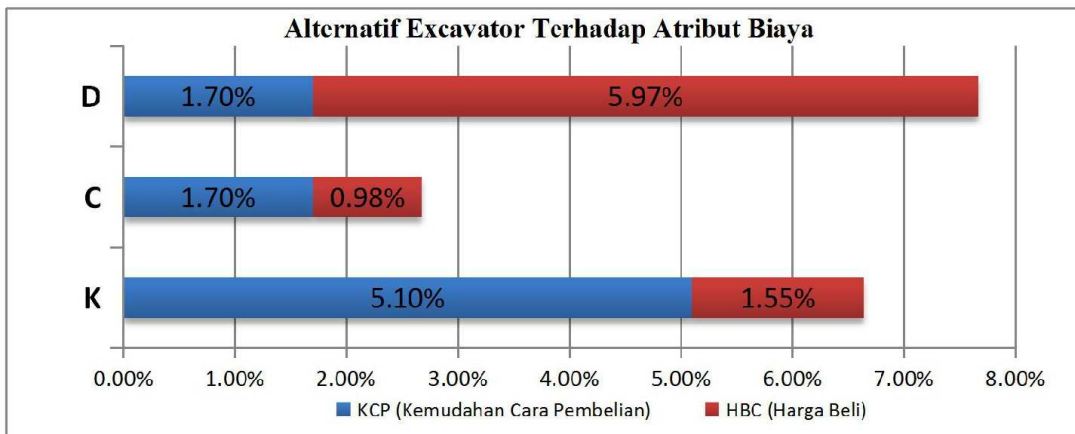
KPO : Kemudahan pengoperasian  
 DYA : Daya  
 PRO : Productivity  
 FCO : Fuel consumption  
 KDK : Keamanan dan kenyamanan  
 HBC : Harga beli  
 KCP : Kemudahan cara pembelian  
 KSP : Kemudahan spare part

LPJ : Layanan purna-jual  
 SRM : Kemudahan service, repair, & modifikasi  
 KHD : Keandalan  
 HJK : Harga jual kembali  
 K : *Excavator* K  
 D : *Excavator* D  
 C : *Excavator* C

Begitu juga untuk bobot absolut alternatif terhadap sub-atribut yaitu dengan cara mengalikan bobot relatif alternatif dengan bobot absolut sub-atribut, sebagai contoh: bobot absolut K terhadap sub-atribut harga beli (HBC) = 0,600 x 0,085 = 0,051. Bobot atribut dan sub-atribut terhadap *excavator* didapat sebagai berikut.

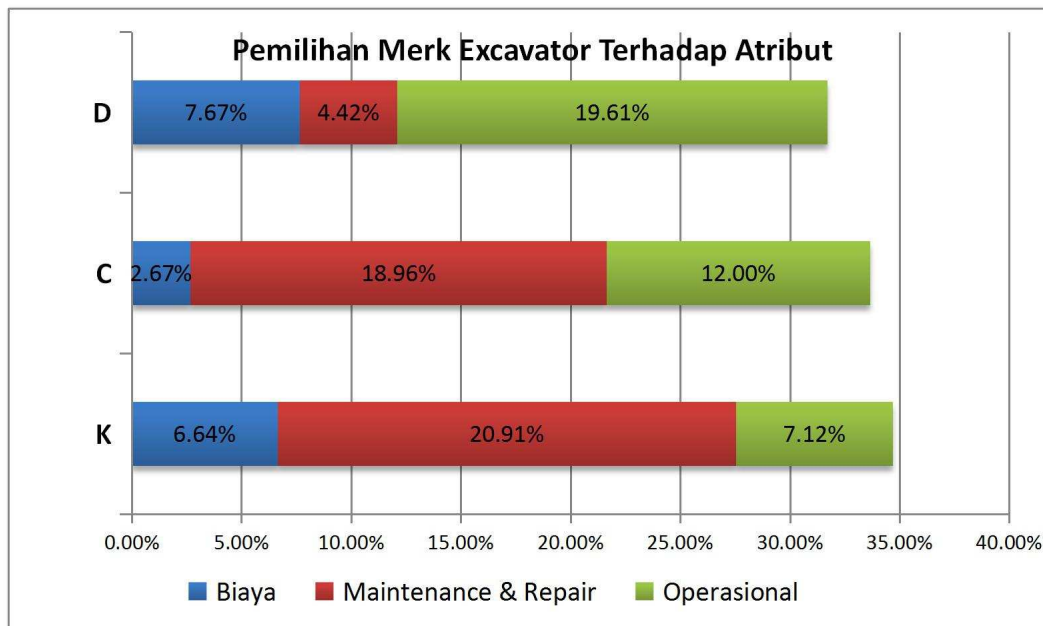
Atribut	Bobot	Sub Atribut	Bobot Absolut Sub Atribut	Bobot Absolut Alternatif		
				K	C	D
BY	0,170	KCP	0,085	0,051	0,017	0,017
		HBC	0,085	0,015	0,010	0,060
MR	0,443	KSP	0,098	0,053	0,034	0,011
		LPJ	0,098	0,046	0,046	0,007
		SRM	0,098	0,042	0,042	0,014
		KHD	0,119	0,054	0,054	0,011
		HJK	0,029	0,013	0,013	0,002
OP	0,387	KPO	0,031	0,009	0,010	0,012
		DYA	0,052	0,013	0,033	0,005
		PRO	0,145	0,020	0,042	0,083
		FCO	0,139	0,021	0,029	0,089
		KDK	0,021	0,007	0,007	0,007
Jumlah				34,67%	33,64%	31,69%

Untuk lebih mudah menganalisis maka dibentuk dalam beberapa gambar grafis di bawah ini.



Excavator terhadap Multi-Atribut

Atribut	K	C	D
Biaya	6,64 %	2,67 %	7,67 %
Maintenance & Repair	20,91 %	18,96 %	4,42 %
Operasional	7,12 %	12,00 %	19,61 %
Jumlah	34,67 %	33,64 %	31,69 %



Grafik Pemilihan Alternatif Excavator terhadap Keseluruhan Atribut

Merujuk pada grafik di atas yang menampilkan alternatif *excavator* terhadap keseluruhan atribut, maka akan tampak bahwa *excavator* K menempati posisi teratas (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut *maintenance & repair* (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan dengan D (4,42%) dan C (18,96%). Pada peringkat selanjutnya disusul *excavator* C (33,64%) urutan kedua dan yang terakhir D (31,69%) pada urutan ketiga.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai pemilihan *excavator* untuk pertam-

banan sirtu menggunakan metode AHP maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengambil keputusan 1 (wakil direktur utama) menentukan nilai pembobotan untuk atribut biaya sebesar 0,170. *Maintenance & repair* sebesar 0,443 dan atribut operasional sebesar 0,387. Dalam hal ini pengambil keputusan 1 (wakil direktur utama) secara berurutan menempatkan posisi *maintenance & repair* teratas selanjutnya diikuti operasional dan posisi terendah ditempati oleh atribut biaya.
2. Berdasarkan nilai pembobotan sub-atribut dari atribut *maintenance & repair* menunjukkan bahwa sub-atribut keandalan menempati posisi teratas dengan nilai bobot 0,269, hal ini bisa dikatakan keandalan unit *excavator*

terhadap pemeliharaan dan perbaikan *excavator* merupakan hal yang paling penting. Berikutnya disusul sub-atribut kemudahan *spare part* yang menempati posisi yang sama pentingnya dengan sub-atribut layanan purna-jual, kemudahan service, *repair*, & modifikasi dengan nilai bobot 0,222 dengan tersedianya *spare part excavator* dan kemudahan modifikasi merupakan sarana yang mendukung dalam mengoptimalkan pemeliharaan dan perbaikan *excavator*. Selanjutnya yang terakhir sub-atribut harga jual kembali nilai bobot 0,065.

3. Pada sub-atribut dari atribut operasional menunjukkan bahwa sub-atribut *productivity* menempati posisi tertinggi dengan nilai bobot 0,375 hal ini menunjukkan pada atribut operasional adalah sangat dominan dalam menentukan kemampuan operasional khususnya *excavator* untuk pertambangan. Berikutnya disusul sub-atribut *fuel consumption* dengan nilai bobot 0,358, sub-atribut daya dengan nilai bobot 0,133, sub-atribut kemudahan pengoperasian dengan nilai bobot 0.080. Keamanan dan kenyamanan kurang dipentingkan bila dibandingkan dengan sub-atribut yang lain dalam hal ini menempati posisi terendah yakni 0.053.
4. Pada atribut biaya *excavator* D (7,67%) menempati bobot penilaian tertinggi. Hal ini dikarenakan memang harga beli *excavator* D paling murah bila dibandingkan dengan kedua *excavator* yang lain. Secara berurutan yang menempati posisi berikutnya yaitu *excavator* K (6,64%) dan *excavator* C (2,67%).
5. Pada atribut *maintenance & repair*, *excavator* K menempati posisi pertama (20,91%), hal ini dikarenakan berbagai fasilitas yang diberikan menempati ranking pertama antara lain keandalan, kemudahan spare part, layanan

an purna-jual, dan harga jual kembali. salah satu yang paling mendukung keadaan ini disebabkan oleh jumlah populasinya yang paling banyak di pasaran atau digunakan oleh konsumen. Selanjutnya C (18,96%) dan terakhir D (4,42%).

6. Untuk atribut operasional, posisi *excavator* D menempati posisi tertinggi (19,61%) hal tersebut didukung oleh bobot sub-atribut *productivity* 14,53%. Sedangkan *excavator* C menempati posisi kedua (12%) dan terakhir K (7,12%).
7. Susunan keputusan alternatif *excavator* terhadap keseluruhan atribut posisi teratas ditempati *excavator* K (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut *maintenance* dan *repair* (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan dengan D (4,42%) dan C (18,96%) pada peringkat selanjutnya disusul *excavator* C (33,64%) urutan kedua dan yang terakhir *excavator* D (31,69%) pada urutan ketiga.
8. Pada analisis sensitivitas untuk tingkat perubahan atribut biaya terhadap perubahan susunan alternatif keputusan. terlihat bahwa dengan bertambahnya bobot atribut biaya secara bertingkat 10% dan diikuti atribut yang lain berkurang secara bertahap 3,6 % pada atribut *maintenance & repair* (MR), begitu pula atribut operasional berkurang 6,4% secara bertahap. Hal ini memengaruhi posisi susunan prioritas pengambilan keputusan *excavator* C yang awalnya pada posisi kedua kini turun peringkat menjadi posisi ketiga (27,78%), sedangkan posisinya digantikan oleh *excavator* D yang nilainya mencapai (34,44%) ini terjadi pada saat bobot atribut biaya telah mencapai 46,98%. untuk *excavator* K tidak berubah posisi tetap posisi pertama dengan bobot (37,77%).

9. Pada perubahan nilai bobot yang dilakukan terhadap atribut *maintenance & repair* (MR) menunjukkan perubahan nilai bobot MR bertambah secara bertahap sebesar 10% sedangkan pada atribut biaya berkurang 3,6% serta diikuti atribut operasional sebesar 6,4%. Perubahan ini ternyata tidak mengubah susunan tingkat alternatif keputusan yaitu posisi *excavator* K posisi pertama tidak mengubah posisi (41,08%). Urutan dua ditempati oleh *excavator* C (38,83%). Keadaan ini terjadi saat bobot atribut MR pada posisi 74,29%. Untuk posisi *excavator* D tetap pada posisi ketiga (20,10%) tidak terpengaruh pada perubahan atribut *maintenance & repair*.
10. Perubahan yang dilakukan pada bobot atribut operasional, saat bobot atribut operasional baru naik 10% yaitu 48,73%, posisi bobot *excavator* D melompat menempati posisi pertama 34,49% menggantikan posisi *excavator* K yang peringkatnya turun ke posisi ketiga dengan bobot 32,08%. Sedangkan *Excavator* C masih menempati posisi kedua dengan bobot 33,43%.

Pada perubahan nilai bobot multi-atribut ini maka bisa disusun bahwa atribut biaya dan operasional mempunyai tingkat yang sama dalam memengaruhi susunan prioritas keputusan. Hal ini terjadi karena tingkat susunan prioritas keputusan mengalami perubahan pada saat bobot atributnya mengalami kenaikan atau penurunan pada tingkat yang sama. Sedangkan perubahan bobot atribut *maintenance & repair* tidak berpengaruh pada susunan prioritas keputusan, khususnya posisi *excavator* K masih tetap menempati tingkat pertama.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan mengenai pemilihan *excavator* untuk pertambangan sirtu menggunakan AHP maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil wawancara kepada 5 responden didapatkan multi atribut sebagai berikut.
  - a. Atribut biaya terdiri dari sub-atribut harga beli dan kemudahan cara pembelian.
  - b. Atribut *maintenance & repair* terdiri dari sub-atribut kemudahan *spare part*, layanan purna-jual, kemudahan *service, repair, & modifikasi*, harga jual kembali, dan keandalan.
  - c. Atribut operasional terdiri dari sub-atribut kemudahan pengoperasian, daya, *productivity, fuel consumption*, dan keamanan dan kenyamanan.
2. Sesuai hasil susunan keputusan alternatif *excavator* terhadap keseluruhan atribut, posisi teratas ditempati *excavator* K (34,67%). Ini karena didukung oleh nilai bobot atribut *maintenance & repair* (20,91%) yang besarnya cukup signifikan bila dibandingkan *excavator* C (18,96%) dan *excavator* D (4,42%).
3. Pada analisis sensitivitas, atribut yang memengaruhi perubahan prioritas susunan keputusan sebagai berikut, atribut biaya dan operasional mempunyai tingkat yang sama dalam memengaruhi susunan prioritas keputusan. Hal ini terjadi karena tingkat susunan prioritas keputusan mengalami perubahan pada saat bobot atributnya mengalami kenaikan atau penurunan pada tingkat yang sama, sedangkan perubahan bobot atribut *maintenance & repair* tidak berpengaruh pada susunan prioritas keputusan, khususnya posisi *excavator* K masih menempati posisi pertama.



## DAFTAR PUSTAKA

- Brodjonegoro, B. & Utama, B. 2005. *Analytic Hierarchy Process*. Jakarta: Penerbit PAU-EKUI.
- Boujelbene, Y. and Derbel, A. 2015. *The Performance Analysis of public Transport Operators in Tunisia Using AHP Method*. The International Conference and Advance Wireless, Information and Communication Technologies (AWICT 2015). *Procedia Computer Science* 73 (2015) 498–508. Tunisia.
- Chang, S. Tsujimura. M. Gen, T. Tozawa. 1993. *Project Planning Problem Solving Using Fuzzy Activity Times and Fuzzy Delphi Method*. Proc. Fifth IFSA World Congress. Seoul, South Korea, pp. 624–626.
- Gates, M. and Scarpa, A. 1980. Journal of the Construction Division. *Criteria for the Selection of Construction Equipment*, ASCE. Vol 106, C02, New York, USA.
- Kirk, L.J. 2000. *Owner versus Contract Mining*. 9th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Athens, Greece, 6–9 November 2000. Panagiotou, G.N. and Michalakopoulos, T.N. (eds). Balkema, Amsterdam. pp. 437–442.
- Kotler, Philips. 1997. *Manajemen Pemasaran (Terjemahan) Jilid I*. Jakarta: PT Prehalindo.
- Lawrence Jr., et al. 2002 *Applied Management Science; Modelling Spreadsheet Analysis and Communication for Decision Making*, First Edition. Ug/GGS Information Services, Inc., United States.
- Marimin. 2004. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: PT Grasindo.
- Mangkusubroto K., dan Trisnadi, L. 1987. *Analisis Keputusan; Pendekatan Sistem dalam Manajemen Usaha dan Proyek*. Bandung: Ganeca Exact.
- Martin. J. et al. 1982. *Surface Mining Equipment*. Colorado, USA: Martin Consultants Inc.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Pertambangan Mineral dan Batubara No. 4*. Jakarta: Republik Indonesia.
- Phogat, V.S. and Singh, A.P. 2013. *Selection of Equipment for Construction of a Hilly Road Using Multi-Criteria Approach*. 2<sup>nd</sup> Conference of Transportation Research Group of India (2<sup>nd</sup> CTRG). *Social and Behavioral Sciences* 104 (2013) 282-291. India.
- Saaty, T.L. 1983. *Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Pittsburgh: RWS Publication.
- Salim, H.S. 2009. *Hukum Pertambangan di Indonesia*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sayareh, Jafar.and Alizmini, H.R. 2014. *A Hybrid Decision Making Model for Selecting Container Seaport in the Persian Gulf*, Volume 30, pp. 075–095. The Korean Association of Shipping and Logistic.
- Sen., et al. 1998. *Multiple Criteria Decision Support in Engineering Design*. London: Springer-Verlag.
- Sugiyono. 2005. *Metode Penelitian Kualitatif*, Edisi Pertama. Bandung: CV Alfabeta.
- Sukenda. 2012. *Sistem Pendukung Keputusan untuk Memilih Kendaraan Bekas dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Tesis Teknik Informatika Universitas Widyatama Bandung.

Suryadi, K. dan Ramdani, A. 2002. *Sistem Pendukung Keputusan: Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi*

*Konsep Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.